

kehr mit verdichteten Gasen durch neue Bestimmungen regeln wollen, so werden sie nicht umhin können, die Frage der Sicherungen mit in den Kreis ihrer Erwägungen zu ziehen.

Mittheilung aus der chemischen Fabrik von Kunheim & Co.

Ueber den gerichtlichen Nachweis von Blut.¹⁾

Von William Küster.

Dem physiologisch-chemischen Institut zu Tübingen sind von verschiedenen Gerichtenstellen des Landes wiederholt mehr oder minder umfangreiche Packete mit einem begleitenden Schreiben zugegangen; in jenen befanden sich alte Kleidungsstücke oder Wäsche, Hüte, Stiefel, Instrumente aller Art, in dem Schreiben aber war die Aufforderung enthalten, bestimmte rostartige Flecke, welche sich an den Gegenständen vorfinden, daraufhin zu untersuchen, ob sie durch Blut, und speciell daraufhin, ob sie durch Menschenblut hervorgebracht seien.

Wie weist der Chemiker Blut nach? ist es möglich, Menschenblut von dem eines Thieres zu unterscheiden? das sind die Fragen, die uns heute Abend beschäftigen werden. Zu ihrer Erledigung müssen wir uns vor allen Dingen mit dem Begriff „Blut“ bekannt machen — mit dem, was der Durchschnittsmensch darunter versteht, kommen wir nicht aus.

Ich will mich kurz fassen: unter Blut versteht man das flüssige Gewebe oder die Flüssigkeit, welche im Leibe eines Thieres circulirt — Pflanzen haben kein Blut — und ein Thier, nach seinen chemischen Leistungen beurtheilt, ist ein aus Kohlenstoff, Stickstoff und noch ein paar anderen Elementen bestehendes Wesen, welches die genannten Grundstoffe nur in Form stickstoffhaltiger und stickstofffreier organischer Verbindungen aufnehmen kann, also als Eiweiss, Fette, Stärke und Zucker, Producte, welche ihm direct oder indirect von den Pflanzen geliefert werden.

Diese Stoffe oder Derivate derselben kreisen im Blute, das Blut dient in erster Linie der Ernährung der Thiere, in zweiter der Athmung, aber nicht bei allen Thieren.

Das Blut niederer Thiere ist des Öfteren untersucht worden²⁾, aber die chemischen Resultate sind sehr dürftig, weil den For-

schern meist zu wenig Material zur Verfügung stand. Im Allgemeinen darf man wohl aber sagen, dass die Zusammensetzung des Blutes um so complicirter ist, je höher das Thier entwickelt ist. Und so finden wir in den höchst entwickelten niederen Thieren, den Mollusken, speciell bei den Cephalopoden, ein Blut, welches sich in seiner Zusammensetzung schon recht dem rothen Blut der Wirbelthiere nähert. Es sieht blau aus und enthält als einen wesentlichen Bestandtheil das „Hämocyanin“, welches krystallisirt erhalten werden kann. Im Körper dient es der Athmung, der Übertragung des Sauerstoffs aus der Luft in die Zellen; 1 g dieses Stoffes vermag 0,4 ccm Sauerstoff aufzunehmen. Sobald es diesen abgegeben hat, verblasst die Farbe des Blutes. Noch möchte ich bemerken, dass dieser blaue Farbstoff höchst merkwürdigerweise Kupfer enthält (0,38 Proc.), merkwürdig einmal deshalb, weil Kupfer gewöhnlich als Gift gilt, und dann, weil im Meere, dem Aufenthaltsort der Cephalopoden, Kupfer höchstens in Spuren angetroffen wird. Ausser diesem Farbstoff sind noch eine Menge anderer Stoffe im Blut der erwähnten Thiere aufgefunden worden; kurz es ähnelt bereits dem rothen Blut der Wirbelthiere, an das der Laie allein zu denken pflegt, wenn von Blut die Rede ist. Doch möchte ich nicht unerwähnt lassen, dass ein für das rothe Blut der Wirbelthiere charakteristischer Stoff, Hämoglobin genannt, auch im Blut wirbelloser Thiere gefunden worden ist. Die Möglichkeit ist also nicht ausgeschlossen, dass ein als von Blut herrührend charakterisirter Fleck nicht von einem Wirbelthier, sondern von einem Regenwurm, einer Mücke (*Chironomus*) oder einer Schnecke (*Planorbis*) stammt. Die Wahrscheinlichkeit ist allerdings sehr gering, sind doch im Blut dieser Thiere höchstens Spuren von Hämoglobin gelöst. Unsere ferneren Betrachtungen werden sich daher auch fast ausschliesslich auf das rothe Blut der Wirbelthiere beziehen. Das ist nun, wie allbekannt, eine rothe undurchsichtige Flüssigkeit, welche bald nach dem Austritt aus dem Körper zu gerinnen pflegt. Auf diese wichtige Eigenschaft brauche ich hier nicht näher einzugehen, weil sie in keiner Beziehung zum Nachweis des Blutes steht, beträgt doch auch die Menge der die Gerinnung bewirkenden Substanzen nur wenige Zehntel (0,1—0,4) Proc. vom Blut. Man kann endlich dem Blut die Eigenschaft zu gerinnen u. A. dadurch nehmen, dass man es gleich nach dem Austritt kräftig mit einem

¹⁾ Vortrag in der „Dienstags-Gesellschaft“ zu Tübingen gehalten.

²⁾ Vergl. z. B. Griffith's Respiratory Proteids. London, L. Rude & Co.

³⁾ Vergl. z. B. M. Henze, Zeitschrift für physiol. Chemie 33, 371 (1901).

Stecken schlägt. Dann scheidet sich an diesem eine Substanz ab, welche man Fibrin nennt, und so spricht man von defibrinirtem Blut, welches nicht mehr gerinnen kann.

Lässt man defibrinirtes Blut — am besten in einem hohen Cylinder — ruhig stehen, so beginnt eine Trennung der Bestandtheile nach ihrer specifischen Schwere: die sogenannten rothen Blutkörperchen setzen sich allmählich zu Boden und darüber befindet sich eine klare schwach gelbliche Flüssigkeit, das Serum. Diese Trennung erfolgt beim Pferdeblut z. B. vollständig in 24 Stunden, bei anderen Blutarten geschieht das äusserst langsam, so langsam, dass aus der Luft stammende Fäulnisbakterien Zeit gewinnen, eine Zersetzung einzuleiten, die sich durch üblen Geruch bemerkbar macht, so dass namentlich die Blutkörperchen nur in einem veränderten Zustande gewonnen werden. Man kann aber die Trennung dadurch beschleunigen, dass man das Blut centrifugirt, und dann ist z. B. bei Ochsenblut die Absetzung der Blutkörperchen in ca. 5 Stunden bewirkt. Eine Trennung auf anderweitige Art, z. B. durch Filtration, gelingt nicht.

Wir sehen also: das Blut besteht aus zwei Theilen⁴⁾, dem Serum und den Blutkörperchen, die Masse der letzteren bedingt die rothe Deckfarbe des Blutes, macht es undurchsichtig, wie die Caseinfettkügelchen der Milch dieser Flüssigkeit ihre Farbe und Undurchsichtigkeit verleihen.

Würde man das Serum des Blutes erhitzen, so könnte man bald eine Gerinnung in der Flüssigkeit beobachten, wie das Weiss eines Hühnereis hart wird beim Kochen; auch das Serum enthält also ein Albumin, daneben andere Eiweisskörper, welche man Globuline nennt, endlich noch eine grosse Reihe anderer Verbindungen des Kohlenstoffs, aber alle diese in sehr geringer Menge, z. B. sog. Enzyme, Zuckerarten, Fette etc. und ausserdem noch Mineralbestandtheile, also K, Na, Ca, Mg, Cl, SO₄, PO₄, letztere in einer Menge von ca. 8,5 g auf 1000 g Serum, von welcher aber ein Theil in chemische Bindung mit den Serumeiweissstoffen getreten sein dürfte.

Kommen nun diese Bestandtheile für den Nachweis von Blut in Betracht? nein, m. H., denn die genannten Mineralstoffe kommen in jedem organisirten Gewebe vor, Stoffe, welche in winziger Menge vorhanden sind, können nur in seltensten Fällen zur Charakteristik dienen, das Blutserumeiweiss endlich dürfte schon für Blut charakteristisch sein, aber der Unterschied von anderen Eiweissarten

ist doch sehr fein, so fein, dass die Chemiker erst neuerdings in der Lage und nun natürlich auch sofort an der Arbeit sind, ihn festzustellen. So wird erst in der Zukunft das Blut, und zwar das Blut eines jeden Thieres durch ein oder auch mehrere ihm eigenthümliche Serumeiweissarten charakterisirt werden können. Natürlich auch nur dann, wenn grössere Mengen zur Verfügung stehen — davon ist ja nun in unserem Fall keine Rede.

So bleibt denn der zweite Bestandtheil des Blutes übrig, und die rothen Blutkörperchen sind nun in der That ein ganz charakteristischer Bestandtheil des Blutes.

Die Blutkörperchen der verschiedenen Thiere haben ein recht verschiedenartiges Aussehen und zeigen bedeutende Unterschiede in der Grösse, je nach der Thierart.

Die Blutkörperchen des Menschen sind kreisrunde Scheiben, von der Seite gesehen erscheinen sie hantelförmig, eine ähnliche Gestalt haben die der übrigen Säugethiere, nur das Lama und das Kameel haben Blutkörperchen von elliptischer Form. Charakteristisch ist ihre Neigung, sich in Form von Geldrollen an einander zu legen, sobald das Blut in Ruhe ist. Bei den Vögeln, Reptilien, Amphibien, Fischen sind die rothen Blutkörperchen biconvexe, ovale Scheiben, welche auch einen Kern aufweisen.

Auch die Grösse der Blutkörperchen ist recht verschieden, die kleinsten finden sich im Blute von Wiederkäuern; bei *Capra hircus* und *Capra caucasica* und besonders bei *Moschus javanicus* (3,95—2,07 μ). Der Durchmesser der menschlichen Blutkörperchen variiert von 0,0065—0,008 mm, grössere finden sich beim Elephanten und beim Faulthier, die des Walfisches sind in der Grösse den menschlichen ungefähr gleich. Grösser sind die Blutkörperchen der Vögel, noch grösser die der Fische und Reptilien und wahre Riesen finden sich bei den Amphibien (Frosch, Proteus); hier sind sie so gross, dass man sie durch Filtration vom Serum trennen kann, was sonst nicht möglich, da die kleineren vermöge ihrer Elasticität durch die Poren des Papiers, selbst wenn diese einen noch kleineren Durchmesser besitzen, durchschlüpfen können.

Das Erkennen von Gestalt und Grösse, des Kerns der Blutkörperchen ist natürlich nur mit Hülfe eines guten Mikroskops möglich, welches eine Vergrösserung auf das Tausendfache gestattet, und erst recht gilt das für die Bestimmung der Menge, welche mit eigens construirten Zählapparaten durchgeführt worden ist. Legen wir aber einmal zunächst die Grösse der Berechnung zu Grunde,

⁴⁾ von weissen Blutkörperchen, Blutplättchen abgesehen.

so ergibt sich z. B. für die menschlichen Blutkörperchen Folgendes:

Der Durchmesser der Scheiben beträgt 0,0077 mm, die Dicke 0,0018 mm, im Cubikmillimeter Blut können also höchstens

$$\frac{1}{(0,0077)^2 \cdot 0,0018} = 9,379500$$

Blutkörperchen vorhanden sein.

In der That hat die directe Zählung bei männlichen Individuen ca. 5 Mill., bei weiblichen 4—4,5 Mill. ergeben.

Aus all dem Gesagten ergibt sich nun Folgendes für den Nachweis von Blut. Es wird mit Hülfe eines Mikroskops nicht nur möglich sein, Blut als solches durch das Auftreten von rothen Blutkörperchen zu charakterisiren, sondern es wird auch möglich sein, zunächst einmal Säugethierblut vom Blut der Vögel, Fische, Amphibien und Reptilien zu unterscheiden, endlich auch Menschenblutkörperchen von den so sehr viel kleineren der Ziege z. B. Aber das Alles nur, wenn frisches Blut oder vielleicht ein Gewebe vorliegt, das erst vor kurzer Zeit reichlich mit Blut durchtränkt wurde, so dass noch intacte Blutkörperchen vorhanden sind.

In der glücklichen Lage, auf solche zu stossen, dürfte sich aber der Chemiker bei diesbezüglichen Untersuchungen kaum jemals befinden.

Aus folgenden Gründen: Die rothe Farbe der Blutkörperchen wird bedingt durch einen rothen Farbstoff, der während des Lebens nicht in das Serum hineintritt, verhindert durch die jedes Blutkörperchen umhüllende Schicht, welche sich also in dieser Beziehung wie eine Membran verhält. Das Gleiche gilt für eine Reihe von Mineralsubstanzen und zwar sind es dieselben, die wir im Serum fanden, nur die Mengen sind insofern verschieden, als im Serum Chlor und Natrium, in den Körperchen Kalium und Phosphorsäure vorwalten, und so weist denn auch die in jedem rothen Blutkörperchen steckende Flüssigkeit eine ganz bestimmte Concentration in Bezug auf die Gesamtheit ihrer Mineralstoffe⁵⁾ auf, nur diese sind ausschlaggebend, der Gehalt an Farbstoff spielt keine Rolle. Bringen wir nun ein Blutkörperchen in eine Flüssigkeit, welche Mineralstoffe in gleicher Concentration enthält, also z. B. in das Serum, so bleibt es intact. Gelangt es aber in eine Flüssigkeit mit geringerem Gehalt an Salzen oder gar in destillirtes Wasser, so findet durch die Randschicht hindurch ein Austausch in der Weise statt, dass Salze in das Wasser, das Wasser aber in die Blutkörperchen tritt

und schliesslich in solcher Menge, dass eine Zerreissung des Körperchens und damit ein Übertritt des rothen wasserlöslichen Farbstoffs in das Wasser erfolgt. Ähnliches ist der Fall, wenn ein Blutkörperchen in eine stark concentrirte Salzlösung gelangt, wonach also ein Wasseraustritt aus dem Körperchen in die Lösung erfolgen muss, was natürlich auch eine Deformation mit sich bringt.

Ganz Analoges wird endlich stattfinden, wenn Blut auf irgend ein Stoffgewebe gelangt, welches im Stande, ist Wasser aufzunehmen. Kurz ein Tropfen Blut, ob er von einem Kleidungsstück aufgesaugt wurde, ob er auf einem Instrument eingetrocknet ist, intacte Blutkörperchen enthält ein solcher nicht mehr, und so sind wir auch jedenfalls nicht mehr im Stande mit Hülfe einer mikroskopischen Untersuchung die verschiedenen Blutarten von einander zu unterscheiden. Der Nachweis aber, dass es sich um einen Blutfleck handelt, der ist noch zu erbringen, und zwar mit Hülfe des Farbstoffs selbst, der in den Körperchen sass und der für Blut charakteristisch ist.

Um das zu verstehen, müssen wir uns diesen Stoff, welcher den Namen Hämoglobin führt, einmal des Näheren ansehen. Wir finden zunächst einmal sehr beträchtliche Mengen Hämoglobin, namentlich bei den Säugethieren, natürlich schwankt die Menge nach der Thierart und auch individuell — es giebt eben auch blutarme Thiere. Ein Liter Ochsenblut enthält z. B. im Durchschnitt 105 g und da die Körperchenmasse nur etwa $\frac{1}{3}$ des Blutes ausmacht, besteht sie zu 38 Proc. aus Farbstoff. — Das Hämoglobin dient der Athmung und zweckentsprechend sind seine Eigenschaften. Das purpurrothe Blut, welches in den Venen und zum Herzen der Säugethiere strömt, enthält Hämoglobin, welches in den Lungen Sauerstoff aufnehmen kann und dadurch in den neuen chemischen Körper Oxyhämoglobin übergeht. Beide Körper sind chemische Individuen, beide vermögen auch zu krystallisiren, was von Reichert 1847 zuerst beobachtet wurde. Seit Funke (1851) gelingt es leicht, aus kleinen Blutmengen mikroskopische Präparate von Blutkrystallen herzustellen. Auf chemische Reinheit können diese zwar keinen Anspruch erheben, immerhin erlauben sie Schlüsse z. B. auf die Krystallform, vielleicht auf ihre Löslichkeit.

Stehen grössere Blutmengen zur Verfügung, so gelingt es endlich Präparate zu erhalten, die von allen Beimengungen befreit sind, so dass man auch die chemischen Eigenschaften, namentlich die Zusammensetzung studiren kann.

⁵⁾ Etwa 0,7 g in 100. wobei wieder chemische Bindung zu berücksichtigen ist.

Das ist bis jetzt natürlich nur mit dem leicht zugänglichen Blut unserer grösseren Hausthiere geschehen, und vielleicht ist es immer angebracht vom Hämoglobin auszugehen, bei Verwendung von Pferdeblut ist das sicher praktischer, das Hämoglobin ist hier nämlich viel leichter löslich als das Oxyhämoglobin. Deshalb benutzt man hier am besten abgesetzte und in Fäulniss übergegangene Blutkörperchen, denen die Bacterien sämmtlichen Sauerstoff fortgenommen haben. Zu dem Brei giebt man das gleiche Volumen ausgekochtes und auf ca. 40° erkaltetes Wasser, worauf der Farbstoff in Lösung geht, nun kühlt man auf 0° ab, während Wasserstoff über die Flüssigkeit geleitet wird, und setzt $\frac{1}{4}$ Vol. Alkohol vorsichtig hinzu. Allmählich beginnt dann die Krystallisation; ist sie nach ein paar Tagen vollständig, so können die Krystalle durch Ausschleudern von der Mutterlauge getrennt, das ganze Verfahren 2, 3 mal wiederholt werden. Die erhaltenen Krystalle des Hämoglobins vom Pferde bilden sechseckige, rothviolette Tafeln, die ein ausgezeichnetes Reagens auf Sauerstoff vorstellen. Betrachtet man sie unter dem Mikroskop, so sieht man sie bald zerfliessen und dann treten hellrothe rhombische Spiesse an ihre Stelle: das viel schwerer lösliche Oxyhämoglobin hat sich gebildet.

Will man Rinderblutkrystalle herstellen, so kann man von den Blutkörperchen aus arteriellem Blut ausgehen — das Oxyhämoglobin vom Rinde ist leichter löslich als das des Pferdes. Es würde mich zu weit führen auf alle Blutarten näher einzugehen: man hat die verschiedenartigsten Krystallformen beobachtet (Prismen, Tafeln, Sphenoide, Tetraeder werden beschrieben), die Löslichkeit ist (wie erwähnt) nirgends die gleiche, soweit die wirklich chemisch reinen Farbstoffe analysirt worden sind, zeigt sich auch die procentische Zusammensetzung recht verschieden, namentlich im Schwefelgehalt — kurz alle Hämoglobine dürfen als von einander verschieden angesprochen werden. Wenn also so viel Blut vorliegt, dass man das Hämoglobin oder Oxyhämoglobin in reiner Form krystallisirt erhalten und analysiren kann, dann würde es auch wieder möglich sein, das Blut verschiedener Thiere an der Verschiedenheit der Eigenschaften und der chemischen Zusammensetzung ihrer Hämoglobine zu charakterisiren.

Von dem kann keine Rede sein, wenn es sich um einen Blutfleck handelt, es kommt hinzu, dass in einem solchen der Farbstoff weder als Hämoglobin noch als Oxyhämoglobin enthalten ist, sondern in einer

3. Modification, welche Methämoglobin genannt wird und viel schwerer krystallisirt. Trotzdem gelingt der Nachweis von Blut in einem Flecken leicht. Wir benutzen dazu 1. die Löslichkeit des Hämoglobin, Oxyhämoglobin oder Methämoglobin in Wasser, resp. in einer ganz verdünnten Sodalösung, indem wir den verdächtigen Flecken also auslaugen, und 2. benutzen wir die Zugehörigkeit jener Körper zur Klasse der Farbstoffe oder besser der gefärbten Stoffe.

Ein Krystall sieht orange aus, weil er alle Lichtstrahlen in sich absorbirt bis auf die orange gefärbten, welche er zurückwirft, und unsre rothen Farbstoffe gehören zu einer Klasse, welche auch in Lösung Strahlen von bestimmter Wellenlänge absorbirten, selbst noch in grösster Verdünnung (0,01 Proc.). Entwerfen wir uns also ein Spectrum mit Hülfe eines Lichtstrahls, der bereits die Lösung eines solchen Farbstoffs passirt hat, so werden wir an bestimmten Stellen sog. Absorptionsstreifen auftreten sehen. In der That zeigen die Blutfarbstoffe ganz charakteristische Absorptionsspectra, die kein anderer Farbstoff mit ihnen theilt, so dass mit dem Auftreten derselben der Nachweis von Blut geführt worden ist und selbst in grösster Verdünnung noch geführt werden kann, wobei es gleichbedeutend ist, ob wir das Absorptionsspectrum des Hämoglobin, Oxyhämoglobin oder Methämoglobin bekommen.

Wie Sie sehen, ist es nicht schwer nachzuweisen, dass ein Fleck Blut enthält. Gestattet nun aber diese Methode einen Unterschied zwischen den einzelnen Blutarten zu erkennen? Nein, meine Herren, und warum nicht? Was wir bisher wissen, erlaubt auf diese Frage noch keine Antwort. Wir haben constatirt, dass jede Thierart einen ihr eigenthümlichen Blutfarbstoff enthält, sollte man da nicht erwarten, dass auch das Spectrum in ganz spezifischer Weise beeinflusst werde? Statt dessen finden wir in der That, dass jedes Hämoglobin die gleichen Streifen giebt!

Um diesen scheinbaren Gegensatz zu entwirren, müssen wir uns die chemische Zusammensetzung der Hämoglobine etwas sorgfältiger betrachten. Alle sind Körper von riesig hohem Moleculargewicht, dasselbe ist etwa 8000 mal schwerer als die Molekel Wasserstoff. Das folgt u. A. aus der Menge Sauerstoff, welcher aufgenommen wird; diese beträgt für 1 g Hämoglobin 1,34 cem O₂ bei 0° 760 mm B = 0,001916 g⁶).

Nun wird der Sauerstoff, wie alle neueren Untersuchungen ergeben haben, immer in Ge-

⁶) G. v. Hüfner, Archiv für Anatomie u. Physiologie. Phys. Abth. 1894.

stalt einer ganzen Molekel aufgenommen. Nehmen wir also auch an, dass die Molekel Hämoglobin eine Molekel = 32 Gewt. O₂ aufnimmt, so haben wir folgenden Ansatz:

$$\begin{array}{rcl} 0,001916 \text{ g O}_2 & \text{von 1 g Hb.} & \\ 32 \text{ g} & \cdot \quad \cdot \quad \cdot & = 1 \text{ Mol.} \\ & x = 32 : 0,001916 = & c 16701. \end{array}$$

Ein so grosses Molecül ist nun immer leicht Veränderungen unterworfen, auch das Hämoglobin zersetzt sich leicht und namentlich rasch zerfällt es unter der Einwirkung von Säuren, dabei Eiweiss und einen eisenhaltigen Farbstoff liefernd, ersteres in einer Menge von 96 Proc.

Das ungefärbte Eiweiss ist nun ein für die betreffende Thierart charakteristischer Stoff, oder es ist vielleicht auch ein Gemenge verschiedener Proteine, von denen dann aber eines sicher der Thierart eigenthümlich ist. Der Farbstoff ist aber immer, soweit die bisherigen Untersuchungen reichen, in Gestalt ein und desselben Körpers erhalten worden — wir nennen ihn Hämatin.

Die Hämoglobine sind also nur durch das Eiweiss verschieden und das führt mich zu einer kleinen Abschweifung.

Die Verschiedenheit der Lebewesen beruht doch in letzter Linie auf einer verschiedenartigen chemischen Zusammensetzung. Andererseits müssen Übergänge existiren. Nun giebt es chemisch keine allmählichen Übergänge, sondern nur Sprünge von einem chemischen Individuum zum andern.

Diese Sprünge werden mit deutlichen Unterschieden in den Eigenschaften verbunden sein, wenn es sich um kleine Molekeln handelt⁷⁾, sie werden in ihren Wirkungen fast verschwinden, wenn sie an einer grossen Molekel vor sich gehen. Das Hämatin hat nun wahrscheinlich ein Moleculargewicht von ca. 600, das Eiweiss hat eins von 6—8000. Und so liegen die Unterschiede bei den Hämoglobinen der verwandten Wirbelthiere naturgemäss im Eiweissmolecül, während sich ihre Zusammengehörigkeit dadurch erweist, dass sie einen und denselben Farbstoff enthalten. Dieser letztere bedingt die Lichtabsorption, so ist nicht zu verwundern, dass ein jeder Blutfarbstoff die gleiche Wirkung auf das Licht ausübt.

Unser Hämatin ist aber auch für den Nachweis von Blut von grosser Wichtigkeit, von grösserer noch in anderer Beziehung. Ich erwähnte schon, dass unser Farbstoff eisenhaltig ist (er hat die Formel C₃₃ H₃₂ O₄ N₄ Fe), und zwar enthält er wohl das gesammte

Eisen des Blutes; in ihm sind über $\frac{2}{3}$ der Eisenmenge enthalten, welche der Körper überhaupt birgt. Es war der Italiener Menghini, der in den Denkschriften der Academie zu Bologna 1747 zuerst auf den Eisengehalt des Blutes hinwies⁸⁾. Die Menge dieses Elements hat er wohl überschätzt, wenn er sagt: *Non desperavim ex humano sanguine et clavos et enses et instrumenta omni genere cudi posse*. Auch die schöne Idee von Deyeux und Parmentier, zur Verewigung des Andenkens berühmter Männer von dem aus ihrem Blut erhaltenen Eisen Medaillen schlagen zu lassen, dürfte kaum zu verwirklichen sein⁹⁾. Es ist nämlich viel zu wenig Eisen vorhanden, was folgende Berechnung zeigt. Ein Mann von 75 Kilo Gewicht hat $75/13 = 5,77$ Liter Blut, in jedem Liter sind 120 g Hämoglobin (100 g Hämoglobin enthalten 0,33 g Eisen). Für das gesammte Blut haben wir also $\frac{120 \cdot 0,33 \cdot 5,77}{100} = 2,31 \text{ g}$

Eisen und im ganzen Körper sind vielleicht 3,2 g Fe enthalten (die Leber enthält namentlich noch Eisen), also recht wenig im Verhältniss zur Menge der übrigen Elemente¹⁰⁾. Und doch — von welcher Bedeutung! Ohne dieses Eisen würden wir gar nicht leben, denn ohne Hämoglobin könnten wir nicht athmen und im Hämoglobinmolecül ist es das eisenhaltige Hämatin, dem mit höchster Wahrscheinlichkeit die Übertragung des Sauerstoffs anheimfällt. Chemisch gesprochen ist ja das Athmen ein sog. Oxydationsprocess, und wir sehen, wie auch ausserhalb des Organismus das Eisen ähnliche chemische Processe begünstigt, gleichsam den Anstoss giebt für die Auslösung und den vollkommenen Verlauf solcher Processe. Und wir sehen, dass sich auch dort, wo sich in Thieren und Pflanzen, vielleicht mit Hülfe von eigenartigen Enzymen, die entsprechend Oxydasen genannt werden, Oxydationsprocesse vollziehen¹¹⁾, Eisen findet, wenn auch nur in Spuren. Und allbekannt ist es ja, dass sich der grüne Farbstoff der Pflanzen, der bei dem allerwichtigsten aller irdischen Processe, bei der Assimilation des atmosphärischen Kohlendioxyds zu Kohlenhydraten, eine Rolle spielt, dass sich das Chlorophyll nur bilden kann, wenn dem Keimling Licht und Eisen geboten werden.

Leidet ein Mensch an Blutarmuth, rollt also zu wenig Hämoglobin in seinen Adern,

⁸⁾ Kopp, Geschichte der Chemie. Bd. 4. 139.

⁹⁾ Vgl. Lécaneu, Anu. d. Pharmacie 26, 74 (1838).

¹⁰⁾ Derselbe Mann enthält z. B. 48 Liter Wasser, 14,7 Kilo Kohlenstoff, 1,95 Kilo Stickstoff.

¹¹⁾ Fast möchte man das Hämoglobin als best bekannte Oxydase ansprechen!

⁷⁾ Man denke z. B. an Morphin und Codein; die Einführung einer Methylgruppe in irgend ein Eiweiss wird dagegen keine wesentlichen Abweichungen in den Eigenschaften bedingen.

so ist es gewiss nicht das Eiweiss, welches fehlt, das Eisen mangelt oder besser das Hämatin, weil die zu seiner Bildung nöthigen Stoffe nicht vorhanden sind oder weil das Vermögen fehlt, das geeignete Material zu verwerten. Dem ersten Mangel kann ja bekanntlich abgeholfen werden durch Mittel, welche in den Apotheken zu haben sind, oder billiger durch ein Stück Blutwurst, wie Bunge meint. Wenn dem auch so ist, die klare Einsicht über den Verlauf des Processes wird uns doch so lange fehlen, als wir über den chemischen Aufbau des Hämatins im Unklaren sind. Die empirische Zusammensetzung sagt uns ja noch nichts, wir müssen wissen, wie die Kohlenstoffatome mit einander oder mit dem Stickstoff, Sauerstoff verknüpft sind, wie die Wasserstoffatome sich anordnen, wie endlich, und das ist das Wichtigste, das Eisen chemisch gebunden wird. Mit anderen Worten, wenn wir über die Bildung des Hämatins im Organismus ins Reine kommen wollen, müssen wir erst einmal die chemische Constitution des Hämatins ermitteln, den feinsten Bau, über den uns kein Mikroskop, wohl aber die chemische Forschung Aufklärung geben kann. Und ich möchte hervorheben, dass das, was in dieser Hinsicht erkannt wurde, ein interessantes Resultat ergeben hat: dass nämlich jener grüne Farbstoff, das Chlorophyll, und unser Hämatin, beide für das Leben gleich wichtig, auch chemisch verwandte Körper sind¹⁹⁾.

Doch zurück zu unserem Thema.

Das Hämatin lässt sich in Gestalt eines Abkömmlings, Hämin genannt, im Grossen aus dem Blut gewinnen, aber auch aus jedem Blutfleck lässt es sich durch geeignete Behandlung in solchen Mengen darstellen, dass die eigenartigen und ganz charakteristischen Krystalle, die es bildet, wenigstens in einem mikroskopischen Präparat sichtbar werden. Das ist zuerst von Teichmann 1853 gezeigt worden, und man knüpfte an diese mit dem Namen des Entdeckers belegte Probe grosse Hoffnungen in Bezug auf ihren forensischen Werth. In der That gelingt es mit wenigen Ausnahmen, Blutflecke mit ihrer Hülfe als solche zu charakterisiren, aber nach Allem, was wir jetzt wissen, kann auch sie nicht dazu dienen, Menschenblut von dem eines Wirbelthieres zu unterscheiden. Rollet hat Häminkrystalle auch aus dem Blut des Regenwurms gewonnen.

Und so war es denn bis in die neueste Zeit dem Chemiker in der That nicht mög-

lich, die in gerichtlichen Fällen wichtigste Frage zu entscheiden, ob Menschenblut oder das eines Thieres vorliege. Da fand sich die Lösung auf einem anderen Wege, ein Chemismus wurde zu Hülfe gezogen, der unserem Einblick noch völlig entzogen ist, dessen Resultate wir allein beobachten und uns nützlich machen können. Durch die Thatsache angeregt, dass der lebende Organismus sich gegen ein ihm einverleibtes Gift bis zu einem gewissen Grade dadurch zu wehren versteht, dass er in seinem Blut ein Gegengift erzeugt, welches das Gift unschädlich macht, kam man auf den Gedanken, auch in unserem Falle den lebenden Organismus arbeiten zu lassen, und man kam — ich möchte sagen — unerwartet rasch zu einem positiven Resultat. Ich muss nun vorausschicken, dass das Blut irgend eines Thieres für ein anderes gradezu ein Gift ist, wie sich das ja auch bei der sog. Transfusion ergeben hat, die man früher empfehlen zu können glaubte, um Blutverluste zu ersetzen.

Spritzt man also einem Kaninchen Blut von einem anderen Thiere ein, so gelangt ein Gift in den lebenden Organismus und gegen dieses Gift wehrt sich das Kaninchen durch Erzeugung eines specifischen Gegengifts. Ja, einmal angeregt zur Herstellung dieses Antikörpers, producirt es denselben noch eine Zeit lang fort, auch wenn mit der Eingabe des Giftes nachgelassen wird.

Wie diese beiden Stoffe nun innerhalb des Organismus auf einander wirken, das entzieht sich noch völlig unserer Kenntniss und die Annahmen, welche bisher in dieser Richtung gemacht worden sind, entbehren naturgemäss jeder chemischen Basis. Im Glase lässt sich die Wirkung wenigstens verfolgen, wenn auch noch die chemische Erklärung fehlt. Da erzeugt das Serum eines Kaninchens, welches mit dem Blut irgend eines Thieres vorbehandelt worden ist, mit dem Blut dieser Thierart und nur mit dem dieser Thierart einen unlöslichen Körper.

Bei der Injection spielt nun das Häoglobin keine Rolle, höchst wahrscheinlich ist es ein Eiweisskörper des Serums, zu welchem ein Antikörper erzeugt wird, denn man kann z. B. mit gleichem Erfolg ein pleuristisches Serum, das zuvor centrifugirt worden ist, einem Kaninchen intraperitoneal injiciren.

Soll nun diese Reaction praktisch verwerthet werden, so ist Folgendes auszuführen und zu bedenken.

Man injicirt Kaninchen (oder anderen Thieren) subcutan in Intervallen von etwa zwei Tagen 5—6 mal je 8—10 ccm Menschenserum. Sechs Tage nach der letzten Injection wird das Blut aus der Carotis entnom-

¹⁹⁾ Vergl. M. v. Nencki, Ber. d. d. chem. Ges. 29, 2877 (1897); 34, 1687 (1901). L. Marchlewski, Journal f. prakt. Chemie [2] 65, 161 (1902). W. Küster, Ann. der Chemie 315, 174 (1901).

men, im Eiskasten bis zum Bedarfsfall aufbewahrt¹³⁾.

Bei — 5° soll das Serum 4 Monate seine ungeschwächte Wirksamkeit behalten (Ogier-Herrscher). Immerhin müsste ein Institut, das zu jeder Zeit auf eine Untersuchung vorbereitet sein wollte, beständig einen Stall zu dem einen ausschliesslichen Zweck vorbehandelter Kaninchen unterhalten.

Die Durchführung der Reaction wird dann endlich so gehandhabt, dass der fragliche Blutfleck mit ein wenig (8 ccm) physiologischer Kochsalzlösung aufgenommen und die alsdann filtrirte Lösung in 2 Gläschen vertheilt wird. Zu der ersten Probe setzt man alsdann 0,5 ccm Serum eines vorbehandelten Kaninchens, zu der zweiten setzt man Serum von einem Kaninchen, dem keine Injection gemacht wurde, oder man fügt überhaupt nichts zu dieser Probe. Ein 3., 4., 5., 6. Gläschen könnte zur weiteren Controle mit Rinds-, Pferde-, Tauben-, Menschenblut und 0,5 ccm des activen Kaninchenserums versetzt werden. Alle Proben werden im Brutschrank bei 37° gehalten. Entsteht nun im 1. und im 6. Glase eine Trübung, und zwar im Lauf von 10—20 Min. (bis zu 1, 2 Std.), in den andern Gläsern nicht, so stammt die Probe auch im ersten Glase mit grösster Wahrscheinlichkeit von Menschenblut.

Tritt jedoch in der verdächtigen Probe eine Fällung nicht ein, aber in 6, so ist die Abwesenheit von Menschenblut gesichert.

Es ist wohl klar, dass diese Methode, welche auf Versuchen Bordet's beruht, seit ihrer Bekanntwerdung ausserordentlich viel geprüft worden ist, das Wichtigste ist stets bestätigt worden.

So ist namentlich das Alter des verdächtigen Flecks von keiner Bedeutung, noch nach Jahren lässt sich die Blutart erkennen. Aber Vorsicht ist doch am Platze und genaue Beobachtung nöthig, haben doch auch schon Sera verschiedener Thiere mit dem „humanisirten“ Kaninchenserum reagirt, allerdings erst nach Stunden, so dass die Reaction ihren Werth bei guter Beobachtung nicht verliert, denn, wie gesagt, mit Menschenblut beginnt die Trübung schon nach 10 Min., in einer halben Stunde soll sich der entstandene Niederschlag abgesetzt haben.

Nur eine Blutart macht eine Ausnahme — das Blut einer Thierspecies reagirt auch mit dem für Menschenblut eingestellten Serum — das des Affen.

Und so zeigt denn auch der neueste Fortschritt biologischer Wissenschaft die „Blutsverwandschaft“ zwischen Mensch und Affen.

Fünfter Internationaler Congress für angewandte Chemie, Berlin 1903.

Die Vorbereitungen für den in der Pfingstwoche des nächsten Jahres hierselbst tagenden 5. Internationalen Congress für angewandte Chemie, den ersten seiner Art auf deutschem Boden, schreiten in erfreulicher Weise fort. Die Zahl der Mitglieder des Gesamtausschusses und des von demselben delegirten Organisationscomités ist etwa auf 150 angewachsen. Wir finden in dem Gesamtausschuss den Herrn Reichskanzler, sämtliche Staatssecretäre der Reichsämtler und einzelne Mitglieder derselben, die Präsidenten des kaiserlichen Gesundheitsamtes, des Patentamtes, sowie des Reichsversicherungsamtes, die Gesandten der deutschen Bundesstaaten, fast alle preussischen Ressortminister, Vertreter vieler preussischen Behörden und die Vertreter sämtlicher deutschen Bundesstaaten. Ferner zwölf Mitglieder der gesetzgebenden Körperschaften, sechs Mitglieder des Magistrats und der Stadtverordnetenversammlung mit dem Oberbürgermeister und dem Stadtverordnetenvorsteher an der Spitze und zahlreiche Vertreter der Grossindustrie. Etwa 60 der hervorragendsten Vertreter der deutschen Wissenschaft und Industrie bereiten als Organisationscomité den Congress vor. Für die Bestreitung der Unkosten des Congresses sind sehr bedeutende Mittel bereit gestellt worden, welche von dem Schatzmeister des Congresses, Herrn Landtagsabgeordneten Dr. Böttinger verwaltet werden.

Die ausländischen Staaten, deren Regierungen auf diplomatischem Wege von dem Congress in Kenntniss gesetzt und zur Entsendung von Delegirten aufgefordert wurden, haben eigne Organisationscomités gebildet, welche sich mit dem Berliner Organisationscomité in steter Verbindung halten. Es ist eine starke Beteiligung an den Verhandlungen des Congresses aus allen Ländern Europas und selbst aus den überseeischen Ländern zu erwarten.

Die Arbeiten des Congresses werden in elf Sectionen erledigt werden. Der Präsident des Congresses, Herr Geh. Regierungsrath Prof. Dr. Otto N. Witt, hat in einer Sitzung mit den an die Spitze der einzelnen Sectionen gestellten Herren die grundlegenden Principien für die wissenschaftliche Gestaltung des Congresses festgestellt. Die Sectionen sind wie folgt eingetheilt worden:

I. Analytische Chemie. Apparate und Instrumente. Vorsitzender: Prof. Dr. G. von Knorre, Charlottenburg, Technische Hochschule.

II. Chemische Industrie der anorganischen Producte. Vorsitzender: Geh. Regierungsrath Dr. Heinecke, Berlin NW, Wegelystr.

III. Metallurgie, Hüttenkunde und Explosivstoffe. Vorsitzender: Geh. Regierungsrath Prof. Dr. J. Weeren, Charlottenburg, Stuttgarterplatz 13.

¹³⁾ Vergl. Uhlenhut, Deutsche med. Wochenschrift 1901, No. 6. Wassermann und Schütze, Berl. kl. Wochenschrift 1901, 187. Dieudonné, Münch. med. Wochenschrift 48, No. 14. J. Honl, Wiener klin. Rundschau 1901, No. 27.